

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
取扱いにあたっては、著作権侵害とならないよう十分にご注意ください。

2000年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会

B-5-90

時間・周波数拡散を行うマルチキャリアCDMA方式

A Multicarrier CDMA Scheme with Spreading in Time and Frequency Domains

佐野 裕康
Hiroyasu SANJO

片岡 信久
Nobuhisa KATAOKA

久保 博嗣
Hiroyuki KUBO

三宅 真
Makoto MIYAKE

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

1. 要約 近年、マルチキャリアCDMA方式が検討されている[1]、[2]等。マルチキャリアCDMA方式には、1シンボルを時間領域で拡散(時間拡散)したサブキャリアにより伝送するMC/DS-SS-CDMA方式と、1シンボルを複数のサブキャリアを用いて周波数領域で拡散(周波数拡散)するMC-SS-CDMA方式があり、周波数選択性フェージング下で、それぞれ、バースダイバシティ、周波数ダイバシティ効果が得られる。本論文では、時間と周波数領域の両方で拡散を行うマルチキャリアCDMA方式と周波数拡散コード割当て方法を提案する。提案方式の特性を明らかにするため、シミュレーションした結果、周波数拡散率が大きい場合、チャネル推定精度は劣化するものの、周波数ダイバシティ効果が得られるため、バースダイバシティ効果が得られない場合でも良好なビット誤り率特性が得られることが判ったので報告する。

2. 提案方式 提案方式は、時間領域と周波数領域で拡散を行うものである。図1に実演の構成を示す。図のように、送信データは複数のサブキャリア群(SCG)により並列伝送される。シリアル/パラレル変換され、コピーに入力される。コピーでは、サブキャリア群に周波数拡散率に応じてコピー処理される。サブキャリア群中のサブキャリアに対して直交性を有する周波数拡散コードが乗算された後、時間拡散コードが乗算される。ここでは、周波数拡散コードとして、ウォルシュ系列を用いる。時間拡散後のサブキャリア群の信号は、逆FFT処理を経て逆FFT処理が行われ、マルチキャリア信号が形成される。図2に示すように、周波数拡散コードの割当ては、伝送速度の異なる端末が共存できるように、周波数拡散率の異なるサブキャリア群のコード間で直交性が維持されるように階層的に割り当てられるものとする。なお、図中の C_i ($i=1, 2, 4, 8$)は、周波数拡散率がそれぞれ、1, 2, 4, 8の周波数拡散コードを示している。提案方式では、周波数拡散率を小さくすると、伝送速度を高く設定することが可能である。受信側では、スロットに挿入されたパイロットシンボルを用いて、チャネルの推定及びサブキャリア群毎にSIRの推定を行い、推定されたSIRをもとに1スロットの制御適応でパワーコントロールを行う。また、時間拡散によりパスの分離が可能なる場合には、RAKE合成処理を行う。

3. 計算機シミュレーション 提案方式の基本特性を把握するため、シミュレーションを行った。シミュレーションでは、全サブキャリア数を16とし、周波数帯域は4MHz、時間拡散率は3とした。1スロット内のシンボル数は1サブキャリア当たり136シンボルとし、そのうち、パイロット部は8、データ部は128シンボルとした。誤り訂正は符号率1/2、構成長7の畳込み符号を用いた。伝送率は等電力2波レレイリーフェージングモデル(遅延時間差:1chip)とし、 $\sigma^2 = 1.1 \times 10^{-3}$ とした。

図3に、サブキャリア群数(SCG)とサブキャリア群中のサブキャリア数(周波数拡散率:SCG/SCSF)のパラメータとした、パワーコントロール時のビット誤り率特性を示す。なお、すべての場合について、SCG/SCSF=16となるようにした。図3より、周波数拡散率が大きくなると、ビット誤り率特性が劣化していることがわかる。これは、1サブキャリア当たりの信号電力が低下するため、チャネル推定精度が劣化することによるものである。

図4に、等電力2波モデルの先行波と遅延波の相対的な遅延時間差(逆FFT処理時のサンプリング周期で正規化)を変えた場合のビット誤り率特性を示す。ここでは、パワーコントロールおよび誤り訂正は行わないものとし、 $E_b/N_0=10$ dBとした。図4より、周波数拡散率が大きくなるにつれ、周波数ダイバシティ効果が得られるようになり、時間拡散によるパスの分離が困難な場合でも、特性劣化が軽減されていることがわかる。

4. おわりに 時間・周波数拡散を行うマルチキャリアCDMA方式を提案し、シミュレーションにより特性を明らかにした。

文献 [1] S. Sawa, S. Prasad, IEEE Communications Magazine, 1997-12.
[2] 安部昭, 馬, 佐野裕, 情報-電子技術 43(2)-138.

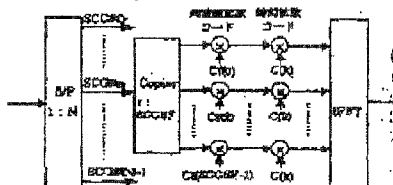


図1 実演の構成

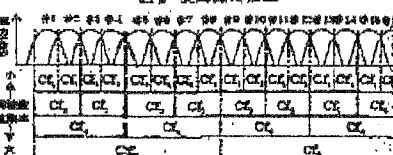


図2 周波数拡散コードの割当て方法

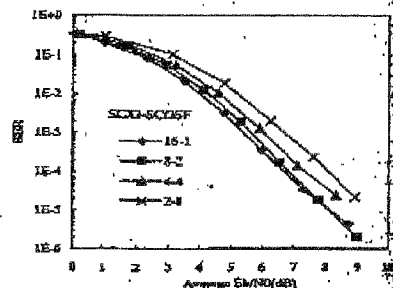


図3 ビット誤り率特性 (パワーコントロール時)

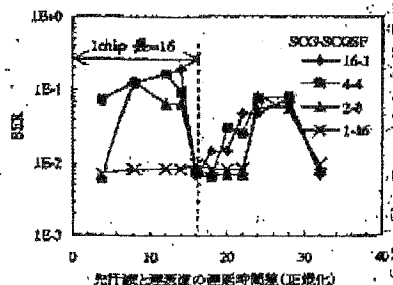


図4 2つのパスの遅延時間差とビット誤り率の関係